

Tieteellinen artikkeli

Eija Kaukonen, Marianna Norring ja Anna Valros

Broilerin jalkapohjan kuntoon vaikuttavat tekijät ja jalkapohjavaurioiden arviointi – kirjallisuuskatsaus

Causative factors affecting foot pads of broilers and foot pad lesion scoring – A review

YHTEENVETO

Jalkapohjan tulehdus on broilerilla ja kalkkunoilla yleinen hyvinvointia heikentävä tekijä. Jalkapohjatulehdus on kontakti-ihottuma, joka syntyy huonokuntoisen pehkun tai muuten sopimattoman pohjamateriaalin kanssa kosketuksissa oleville ihoalueille. Lievimmillään se näkyy ihon värimuutoksina tai pinnallisena eroosiona. Pidemmälle kehittyneessä tulehduksessa iholla näkyy syviä haavaumia ja tulehdusreaktio myös ihonalaiskudoksessa. Jalkapohjavaurioiden vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa kuivikemateriaali, pehkun kunto, kasvattamon olosuhteet, eläintiheys, ruokinta, vesi sekä lintujen terveys, ikä ja perimä. Tärkeimpänä jalkapohjavaurioita ennaltaehkäisevänä tekijänä pidetään hyväkuntoista ja kuivaa kuivikepohjaa. Jalkapohjavaurioita käytetään paitsi parven tai yksilön hyvinvoinnin myös kasvatusolosuhteiden onnistumisen arvioinnissa. Monissa Euroopan maissa jalkapohjavaurioiden arviointia käytetään broilerin hyvinvoinnin kuvaajana broilerin hyvinvointidirektiivin (2007/43/CE) mukaan. Suomessa broilerin hyvinvointiasetuksessa jalkapohjatulehduksen arviointi on, kuolleisuuden lisäksi, toinen broilerin hyvinvointia kuvaavista tekijöistä. Hyvinvointiasetus edellyttää kaikkien teurasbroilerien jalkapohjatulehdusten arviointia. Toistuvat huonot tulokset voivat johtaa siihen, että viranomaiset edellyttävät kasvatustiheyden vähentämistä.

SUMMARY

Foot pad dermatitis is a common factor reducing welfare of broilers and turkeys. Foot pad dermatitis is a contact dermatitis caused by poor litter or otherwise unsuitable bedding. Superficial lesions are seen as discoloured areas of skin and slight hyperkeratosis of foot pads. Lesions progress into deep ulcers and necrosis of epidermis and inflammation of sub cutis. There are several factors affecting foot pad condition, such as litter material and quality, housing conditions, bird density, feed, health, age and genetics. Good litter is considered as the most important factor preventing foot pad dermatitis. Many European countries use foot pad lesion scoring as a broiler welfare indicator, according to the EU Broiler welfare directive (2007/43/CE). In Finland the Government decree on the protection of broiler chicken includes foot pad lesion scoring as one of the indicators of broiler welfare. According to the Broiler Welfare Decree foot pad lesions must be evaluated for each slaughter batch. In case of repeatedly poor scores, the authorities will restrict the maximum stocking density of the house.

JALKAPOHJATULEHDUS

Jalkapohjatulehdus on broilerilla ja kalkku-noilla yleisesti esiintyvä kontakti-ihottuma. Tulehdus syntyy huonokuntoisen pehkun tai muuten sopimattoman pohjamateriaalin kanssa kosketuksissa oleville ihoalueille, kuten jalkapohjiin (jalkapohjatulehdus), kintereiden alueelle (kinnerpalama) ja rinnanalueen ihoon (rintapalama).^{1,2} Ihovaurio vaihtelee laajuudeltaan ja syvyydeltään. Alussa oireena näkyy lievää ihon punerusta, vähäistä eroosiota ja ihon pintakerrosten paksuuntumista. Pahimmillaan jalkapohjassa on ihon syvempiin kerroksiin, jopa ihon läpi, ulottuvia haavaumia, jotka aiheuttavat ihonalaiskudoksessa tulehdusreaktion.¹ Jalkapohjavauriot kehittyvät nopeasti, jo 1–2 viikossa määrällä pehkulla.^{2,3} Yleensä kyseessä ei ole bakteeritulehdus, mutta haavaumat voivat johtaa toissijaiseen bakteeritulehdukseen.² Jalkapohjavauriot voivat parantua ja arpeutua, jos pehkun kunto paranee.²⁻⁴

Syvät jalkapohjavauriot heikentävät hyvinvointia, koska ne aiheuttavat linnulle kipua ja epämukavuutta.⁵ Joissakin tutkimuksissa on päätelty, että kontakti-ihottuman esiintyvyys ja vakavuusaste kertoo yleisellä tasolla kanalan olosuhteista, kuten pehkun ja ilman laadusta.^{1,3,6} Kontakti-ihottuman esiintymistä voidaan siis käyttää lintujen hyvinvoinnin arviointiin.^{3,6}

Useissa tutkimuksissa on todettu jalkapohjavaurioita esiintyvän enemmän kuin kinner- ja rintapalamaa.^{5,7} Martland³ arvelee, että jalkapohjavaurioiden kipu pakottaa linnut istumaan enemmän kintereiden ja rinnan varassa, mikä johtaisi kinner- ja rintapalamien syntyyn.

JALKAPOHJAVAUROIOIHIN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Jalkapohjavaurioiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä on paljon, muun muassa kuivikemateriaali, kuivikepohjan kunto, kasvattamon olosuhteet, eläintiheys, ruokinta, vesi, lintujen terveys, ikä ja perimä. Tärkeimpänä jalkapohjavaurioita aiheuttavana tekijänä pidetään kuitenkin huonokuntoista pehkuä.^{4,5}

Kuivikemateriaali

Kuivikemateriaalien vaikutusta jalkapohji-en terveyteen on tutkittu runsaasti. Kutteri ja olki ovat yleisimmin vertailtuja kuivikemateriaaleja.^{1,4,8-10} Kutteri on osoittautunut selvästi olkea paremmaksi vaihtoehdoksi



KUVA 1 FIGURE

Broilerin terve jalkapohja, pinnallinen ja syvä muutos jalkapohjassa. Healthy foot pad of broiler, superficial and deep lesion on foot pad.

jalkapohjien kunnolle.^{4,9,10} Myös muiden kuivikemateriaalien, kuten hiekan ja pa-perisilpun, vaikutusta jalkapohjavaurioiden syntyyn on tutkittu.^{8,9,11} De Baere ym.⁹ totesivat, että broilereiden koko kasvatuskauden ajan turve pysyi irtonaisempaan, mikä näkyi myös merkitsevästi vähäisempänä määränä jalkapohjatulehdusta ja kinnerpalamia verrattuna kutteriin ja pellavaan. Pehkumateriaalin kovuudella ja pehmeydellä on arveltu olevan vaikutusta jalkapohjiin.¹²

Bilgili ym.⁸ vertasivat useita eri kuivikemateriaaleja. Kuivikkeen vedensitomiskyky ja toisaalta vedenluovutuskyky vaikuttavat jalkapohjavaurioiden syntyyn. Mitä parempi kuivikkeen vedensitomiskyky tai kosteuden luovutuskyky on, sitä parempaa se on jalkapohjille.^{8,12} De Baeren ym.⁹ mukaan tuoreen turpeen kosteus oli 40–50 %. Turpeen kosteus haihtuu helposti, kun kasvattamoa esilämmitetään ennen untuvikkojen tuloa, mikä voi lisätä lämmitys- ja ilmanvaihtovaatimuksia. Suomessa turve on yleisin broilerilla käytetty kuivike. Kuutiometri hyvälaatuista kuiviketurvetta sitoo 500–800 l nestettä (Vapo).

Pehkun hoito

Broilerin hyvinvointiasetuksen mukaan kaikkien broilerien on päästävä jatkuvasti pinnaltaan kuivalle ja kuohkealle pehkulle.

Käytetty pehku on vaihdettava uuteen erien välissä.¹³ Broilerin hoito-ohjeiden mukaan kuivikepohja pidetään kunnossa riittävän ilmanvaihdon sekä sopivien lämpötila- ja kosteussäätöjen avulla, huolehtimalla juomanippalinjojen kunnosta ja säädöistä ja pitämällä huolta lintujen terveydestä. Tarkittaessa kuiviketta käännetään tai lisätään. Kastunut pehku voidaan korvata uudella.¹⁴

Useissa tutkimuksissa on osoitettu määrän, huonokuntoisen pehkun ja jalkapohjatulehduksen esiintymisen ja vakavuuden välillä selvä yhteys.^{3,4,7,15,16} Youssef ym.¹² vertasivat märkien ja kuivien kuivikemateriaalien vaikutusta jalkapohjiin ja totesivat kuivikkeen märkeyyden olevan määräävä jalkapohjavaurioita aiheuttava tekijä. Pehkun kosteuden pitää pysyä alle 30 %:n, jotta jalkapohjavauriot vähenevät.

Pehkun kosteudella on usein osoitettu olevan suurempi merkitys kuin sen pH:lla (ammoniakkipitoisuudella).^{3,4,5,16} Kosteus saattaa pehmentää ihoa ja tehdä sen alttiimmaksi vaurioitumiselle.⁴ Pehkulle lisättävillä ammoniakkin muodostumista vähentävillä aineilla, esimerkiksi propionihapolla ja natriumvetysulfaattilla, voi olla vaikutusta pehkun kuntoon ja jalkapohjavaurioiden syntyyn.¹⁷

Kuivikekerroksen korkeus vaikuttaa jalkapohjavaurioiden syntyyn. Mitä paksumpi kuivikekerros on, sitä enemmän

jalkapohjavaurioita esiintyy. Syyksi on arveltu, että linnut kylpevät ja kuopsuttavat helpommin ohuen kuivikekerroksen ilmavaksi.¹

Kasvattamon olosuhteet

Kasvattamon olosuhteet, kuten lämpötila, kosteus ja ilmanvaihto, vaikuttavat pehkun kuntoon ja jalkapohjavaurioiden syntyyn. Broilerin hyvä tuotantotapa edellyttää, että kasvattamon ilmanvaihto- ja lämmityskapasiteetti ovat riittävät ja ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltu siten, että kaikenikäisille linnuille pystytään takaamaan oikeat olosuhteet kaikissa sääolosuhteissa.¹⁴ Lämmityksen ja toimivan ilmanvaihdon avulla poistetaan ylimääräinen kosteus kasvattamosta. Tasaisilla olosuhteilla ja valaistuksella helpotetaan lintujen jakautumiseen koko kasvattamoon, jolloin pehkun kunnossapito helpottuu.^{14,18}

YDINKOHDAT

- Jalkapohjatulehdus on broilerilla yleinen kontakti-ihottuma.
- Kuivikepohjan kunto on merkittävin broilerin jalkapohjavaurioiden syntyyn vaikuttava tekijä.
- Jalkapohjavaurioiden arvostelua voidaan käyttää broilerin hyvinvoinnin arvioinnissa.

Artikkeli tuli toimitukseen 12.5.2015.

Vuodenaika vaikuttaa kasvattamon olosuhteisiin. Kylmänä vuodenaikana kosteus ja lämpötilavaihtelut asettavat vaatimuksia kasvattamon lämmityksen ja ilmanvaihdon säädöille. Jalkapohjavaurioiden esiintymisessä on selkeä vuodenaikavaihtelu. Talvella niiden esiintyminen on yleisempää.^{6,15,19,20}

Rehu

Nagaraj²¹ osoitti, että valkuaisen määrällä ja lähteellä on suuri merkitys sekä jalkapohjavaurioiden esiintymiseen ja vaurioiden vakavuuteen että pehkun ammoniumtypen määrään. Eichner ym.²² totesivat yhteyden jalkapohjavaurioiden ja rehun valkuaislähteen välillä. Suolen sisällön viskositeettiä lisäävät rehuraaka-aineet muuttavat ulosteen helpommin jalkapohjien ihoon tarttuvaksi ja voivat vaikuttaa jalkapohjatulehduksen syntyyn.²³ Viskositeettia vä-

TAULUKKO 1 TABLE

Broilerin hyvinvointiasetuksen mukainen arvostelu broilereiden jalkapohjavaurioille.
Foot pad lesion scoring for broilers according to the Government decree on the protection of broiler chicken.

Luokka Score	Muutos Lesion	Pisteet Points
0-luokka, terve jalkapohja Score 0, healthy foot pad	Sileä, ei haavaumaa No lesion, smooth skin	0
	Pieni pinnallinen vaurio Small superficial lesion	
	Värjäytymä rajatulla alueella Discoloration on a limited area	
	Lievä hyperkeratoosi Mild hyperkeratosis	
	Muuttuneen alueen koko on enintään 22 mm² Maximun size of lesion 22 mm² Papillojen väliset muutokset arvioidaan yhteenlaskettuna kokonaisuutena Lesions between the papillae are counted together Pidentyneet papillat arvioidaan niiden tyven mukaan Elongated papillae are assessed according to their base	
1-luokka, lievä pinnallinen muutos Score 1, mild superficial lesion	Huomattavan kokoinen pinnallinen muutos usean papillan alueella Superficial lesion of marked size covering several papillae	0,5
	Papillarakenne edelleen havaittavissa Papilla structure still detectable	
	Värjäytyneitä tai tummia papilloita Discolored or dark papillae	
	Rupi tai haavauma, jonka koko on enintään 22 mm² Crust or ulceration on max 22 mm² area	
	Varpaan tyven haava, joka on alle 1 cm Ulceration at the base of toe less than 1 cm	
2-luokka, syvä muutos Score 2, deep lesion	Merkittävän kokoinen (yli 22 mm²) haavauma tai rupi, jossa papillarakennetta ei enää havaittavissa Ulceration or crust of significant size (over 22 mm²) without papilla structure	2
	Varpaan tyven haavat, joiden yhteenlaskettu pituus on vähintään 1 cm Ulceration on the base of toe over 1 cm	

hentävien entsyymien lisääminen rehuun voi parantaa pehkun laatua ja vähentää jalkapohjavaurioita.^{21,24}

Joidenkin ravintoaineiden (muun muassa sinkin ja biotiinin) puute voi altistaa jalkapohjavaurioiden synnylle.

Rehun valmistusvirheet, esimerkiksi ylimäärä natriumia tai suolaa voivat johtaa lisääntyneeseen juomiseen, mikä puolestaan aiheuttaa pehkun kastumisen.²⁵

Vesi

Lintujen juomaveden tulee olla puhdasta ja juomalinjat täytyy puhdistaa säännöllisesti.^{14,18} Tuottajan tulee päivittäin seurata vedenkulutusta ja reagoida suuriin muutoksiin välittömästi.¹⁴ Nippajuomalaitteita käytettäessä pehku kastuu vähemmän kuin kuppimallisilla juomalaitteilla.¹ Tip-pakupilla varustettu nippajuomalaite estää tehokkaasti pehkun kastumista.²⁶ Pehku kastuu helposti, jos juomalinjojen vedenpaine on liian korkea tai linjoja pidetään liian matalalla.¹⁸

Lintujen terveys

Kaikki tekijät, jotka aiheuttavat linnuille ripulia tai löysiä ulosteita, vaikuttavat pehkun kuntoon ja kosteuteen. Ripulia voivat aiheuttaa esimerkiksi suoliston bakteerien epätasapaino, rehun koostumusvirheet, likainen vesi sekä bakteeri-, virus- ja lois-taudit. Runsas juominen helteellä voi aiheuttaa normaalia löysempiä ulosteita.¹⁸ Haslam ym.⁶ osoittivat yhteyden heikentyneen kävelykyvyn ja kinnerpalamien kesken, mutta yhteyttä jalkapohjavaurioihin ei havaittu.

Eläintiheys

Suuri eläintiheys vähentää lintujen liik-kumista ja aktiivisuutta. Ekstrand ym.¹ havaitsivat Ruotsissa, että suuressa eläintiheydessä esiintyy enemmän jalkapohjavaurioita kuin pienessä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Hoidolla ja oikeilla säädöillä voidaan kompensoida eläintiheyden haitallisia vaikutuksia.¹ Myös Mayne ym.⁴ arvelivat, että märkä pehku olisi eläintiheyttä merkittävämpi tekijä jalkapohjatulehdusten taustalla. Tanskassa todettiin, että suuri eläintiheys kesällä huonontaa hieman jalkapohja-arvioinnin tuloksia. Talvella vaikutus on päinvastainen.²⁰

Ikä ja paino

Vanhemmilla ja painavammilla linnuilla todetaan enemmän jalkapohjavaurioita.²⁷ Usein tutkimukset kuitenkin osoittavat

linnun painon vaikuttavan enemmän kinnerpalamien kuin jalkapohjatulehduksen syntyyn.^{6,28} Suuremmat linnut saattavat istua enemmän kintereillään.²⁸

Perimä

Tietyt jalostuslinjat näyttävät olevan alttiimpia jalkapohjatulehduksille kuin toiset.^{28,29} Allain ym.⁷ havaitsivat, että nopeampikasvuisella broilerijalosteella on enemmän syviä jalkapohjavaurioita. Genotyyppien erojen syyksi arvellaan muun muassa nopeakasvuisuuteen yleisesti liittyviä lintujen jalkavikoja tai eroja eri jalosteiden ihon vahvuudessa.⁷ Jos jalostetaan vain parempaa kasvua, saatetaan lisätä alttiutta jalkapohjatulehduksille. Jalostuksella voidaan vaikuttaa jalkapohjatulehdusta ja kinnerpalamia vähentävästi ilman, että lintujen kasvupotentiaali kärsii, kun nämä ominaisuudet huomioidaan jalostusvalinnassa.²⁹

JALKAPOHJATULEHDUSTEN ARVIOINTI

Jalkapohjatulehduksen esiintymistä ja vakavuutta arvioidaan arvostelututkimuksella. Useimmiten arvostelu tehdään silmämääräisen tutkimuksen perusteella. Joskus apuna voidaan käyttää histologiaa. On myös automatisoituja laitteita, jotka arvioivat jalkapohjia.³⁰ Arviointi voidaan tehdä vaurion laajuuden (pinta-ala) ja/tai sen syvyyden perusteella. Tutkimuksissa käytetyt arvostelusteikot vaihtelevat asteikosta ”esiintyy – ei esiinny” 10-portaiseen asteikkoon.^{1,4,7,27} Broilerin ja kalkkunan jalkapohjatulehduksia on tutkittu paljon, mutta tulosten vertailu on vaikeaa, koska tutkimuksissa on käytetty erilaisia arvostelusteikkoja.

Ruotsissa on pisimpään käytetty broilerin jalkapohjavaurioiden arviointia parven hyvinvointimittarina. Siellä huono tulos vaikuttaa broilerin sallittuun kasvatustiheuteen.^{1,19} Tanskassa broilerin jalkapohjatulehdusarviointi on ollut käytössä useita vuosia. Siellä huono tulos ei vaikuta sallitun kasvatustiheyden määrääytymiseen, mutta hoitokäytäntöjen parantaminen on vähentänyt jalkapohjavaurioita.²⁰ Jalkapohjien kunnan arviointi on yksi osatutkimus broilerin Welfare Quality® -tutkimuksessa.³¹

Jalkapohjamuutosten arviointi Suomessa perustuu broilerin hyvinvointiasetukseen, joka astui voimaan 2011. Asetuksessa jalkapohjatulehdusarviointi on

kuolleisuuden lisäksi toinen broilerin hyvinvointia kuvaavista tekijöistä. Kasvatustustiheyttä voidaan viranomaispäättöksellä laskea, jos hyvinvointia kuvaavat tekijät osoittavat broilereiden hyvinvoinnin heikentyneen.¹³ Jalkapohjatulehdusarvioinnin tuloksella saattaa siis olla suoria taloudellisia vaikutuksia tuottajalle. Asetuksen edellyttämä jalkapohjatulehdusarviointi tehdään teurastamolla arvioimalla parvesta vähintään 100 linnun yksi jalkapohja satunnaisotannalla jalkapohjatulehdusmuutosten varalta. Jalkapohjan ihotulehduksen vakavuusaste arvioidaan vaurion syvyyden perusteella kolmeen luokkaan (taulukko 1, kuva 1). Parven tulos saadaan laskentakaavalla $100 \times (n_1 \times 0,5 + n_2 \times 2) / n_{\text{tot}}$, missä n_1 on pinnallisten vaurioiden, n_2 syvien vaurioiden ja n_{tot} arvioitujen jalkapohjien lukumäärä. Jos parven arvio ylittää 80 pistettä, tarkastuseläinlääkärin on ilmoitettava siitä broilereiden omistajalle tai pitäjälle ja aluehallintovirastolle.³²

LÄHDEKIRJALLISUUS

1. Ekstrand C, Algers B, Svedberg J. Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Prev Vet Med.* 1997;31:167-74.
2. Greene JA, McCracken RM, Evans RT. A contact dermatitis of broilers – clinical and pathological findings. *Avian Pathol.* 1985;14:23-38.
3. Martland MF. Ulcerative dermatitis in broiler chickens: the effects of wet litter. *Avian Pathol.* 1985;14:353-64.
4. Mayne RK, Else RW, Hocking PM. High litter moisture alone is sufficient to cause footpad dermatitis in growing turkeys. *Brit Poultry Sci.* 2007;48:538-45.
5. Martland MF. Wet litter as a cause of plantar pododermatitis, leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathol.* 1984;13:241-52.
6. Haslam SM, Knowles TG, Brown SN, Wilkins LJ, Kestin SC, Warriss PD ym. Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chicken. *Brit Poultry Sci.* 2007;48:264-75.
7. Allain V, Mirabito L, Arnould C, Colas M, Le Bouquin S, Lupo C, Michel V. Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: relationships between lesions and between their prevalence and rearing factors. *Brit Poultry Sci.* 2009;50:407-17.
8. Bilgili SF, Hess JB, Blake JP, Macklin KS, Saenmahayak B, Sibley JL. Influence of bedding material on foot-pad dermatitis in broiler chickens. *Appl Poultry Sci.* 2009;18:583-9.
9. De Baere K, Cox M, Vervaeke E, Zoons J, Fiks-van Nierke T. Effect of litter material on foot pad dermatitis and hock burn in broilers. *Kongressiesitysten kokoelmassa Poultry Welfare Symposium; 2009; Cervia, Italia, 52.*
10. Ferrante V, Lolli S, Marelli S, Vezzoli G, Sirri F, Cavalchini LC. Effect of light programmes, bird densities and litter types on broiler welfare. *Kongressiesitysten kokoelmassa XII European Poultry Conference; 2006; Verona, Italia, 216.*

11. Bilgili SF, Montenegro GI, Hess JB, Eckman MK. Sand as litter for rearing broiler chickens. *Appl Poultry Sci.* 1999;8:345-51.
12. Youssef IMI, Beineke A, Rohn K, Kamphues J. Experimental study on effects of litter material and its quality on foot pad dermatitis on growing turkeys. *Int J Poultry Sci.* 2010;9:1125-35.
13. Valtioneuvoston asetus broilereiden suojelusta 375/2011.
14. Suomen Siipikarjaliitto/Broileryhdistys. Suomalaisen broilerituotannon hyvä tuotantotapa Hyvinvointidirektiivin 2007/43/EY vaatimukset huomioiden.
15. Bruce DW, McIlroy SG, Goodall EA. Epidemiology of a contact dermatitis of broilers. *Avian Pathol.* 1990;19:523-37.
16. Youssef IMI, Beineke A, Rohn K, Kamphues J. Effects of litter quality (moisture, ammonia, uric acid) on development and severity of foot pad dermatitis in growing turkeys. *Avian Dis.* 2011;55:51-8.
17. Nagaraj M, Wilson CAP, Saenmahayak B, Hess JB, Bilgili SF. Efficacy of a litter amendment to reduce pododermatitis in broiler chickens. *Appl Poultry Sci.* 2007;16:255-61.
18. Alcorn MJ. How to carry out a field investigation. Kirjassa: Pattison M, McMullin PF, Bradbury JM, Alexander DJ, toim. *Poultry diseases.* 6 painos. Saunders; 2007, 24-6. Edinburgh]
19. Ekstrand C, Carpenter T, Algers B. A surveillance programme for foot-pad dermatitis in Swedish broilers. *Épidémiol. Santé Anim.* 1997;31-2.
20. Kyvsgaard NC, Jensen HB, Ambrosen T, Toft N. Temporal changes and risk factors for foot-pad dermatitis in Danish Broilers. *Poultry Sci.* 2013;92:26-32.
21. Nagaraj M. Evaluation of nutrition and management factors in the etiology of pododermatitis in broiler chickens [väitöskirja]. Auburn University; 2006.
22. Eichner G, Vieira SL, Torres CA, Coneglian JLB, Freitas DM, Oyarzabal OA. Litter moisture and foot pad dermatitis as affected by diets formulated on an all-vegetable basis or having the inclusion of poultry by-product. *J. Appl Poultry Res.* 2007;16:344-50.
23. Jensen LS, Martinson R, Schumaier G. A foot pad dermatitis in turkey poult associated with soybean meal. *Poultry Sci.* 1970;49:76-82.
24. Choct M, Hughes RJ, Trimble RP, Angkanaporn K, Annison G. Non-starch polysaccharide-degrading enzymes increase the performance of broiler chickens fed wheat of low apparent metabolizable energy. *J Nutr.* 1995;125:485-92.
25. Garland PW, Pritchard S. Nutritional disorders. Kirjassa: Pattison M, McMullin PF, Bradbury JM, Alexander DJ, toim. *Poultry diseases.* 6 painos. Edinburgh, Saunders; 2007, 510-36.
26. Bray TS, Lynn NJ. Effects of nutrition and drinker design on litter condition and broiler performance. *Brit Poultry Sci.* 1986;27:151-6.
27. Gouveia KG, Vaz-Pires P, Martins da Costa P. Welfare assessment of broilers through examination of haematomas, foot-pad dermatitis, scratches and breast blisters at processing. *Anim Welfare* 2009;18:43-8.
28. Kjaer JB, Su G, Nielsen BL, Sørensen P. Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. *Poultry Sci.* 2006;85:1342-8.
29. Ask B. Genetic variation of contact dermatitis in broilers. *Poultry Sci.* 2010;89:866-75.
30. Vanderhasselt RF, Sprenger M, Duchateau L, Tuytens FAM. Automated assessment of footpad dermatitis in broiler chickens at the slaughter-line: Evaluation and correspondence with human expert scores. *Poultry Sci.* 2013;92:12-8.
31. Welfare Quality. Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality Consortium, 2009, Lelystad, Alankomaat.
32. Broilereiden hyvinvoinnin arviointi teurastamolla, [ohje], Evira, 2011.

KIRJOITTAJIEN OSOITTEET

Eija Kaukonen, ELL, erikoiseläinlääkäri, tohtorikoulutettava

Helsingin yliopisto Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos

Myllärintie 25, 29250 Nakkila

eija.kaukonen@helsinki.fi

Marianna Norring, FT, tutkijatohtori

Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos

Anna Valros, FT, professori

Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen laitos